

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea "Babeș-Bolyai" Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Fizică
1.3 Departamentul	Departamentul de Fizică Biomoleculară
1.4 Domeniul de studii	Fizică / Științe Inginerești Aplicate
1.5 Ciclu de studii	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Fizică, Fizică informatică, Fizică medicală, Fizică tehnologică

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Mecanică Cuantică						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Titus Beu						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. Dr. Titus Beu						
2.4 Titularul activităților de laborator							
2.5 Anul de studiu	II	2.6 Semestrul	IV	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	F

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care:					
3.2 curs	3	3.3 seminar	2	3.4 laborator	0		
3.5 Total ore din planul de învățământ	70	Din care:					
3.6 curs	42	3.7 seminar	28	3.8 laborator			
Distribuția fondului de timp:							ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe							40
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren							23
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri							60
Tutoriat							3
Examinări							3
Alte activități:							–
3.9 Total ore studiu individual	129						
3.10 Total ore pe semestru	185						
3.11 Numărul de credite	7						

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	• Promovarea cursurilor de Algebră liniară și Analiză matematică.
4.2 de competențe	•

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	•
5.2 De desfășurare a seminarului	•
5.3 De desfășurare a laboratorului	•

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> • Studenții vor asimila conceptele de bază, principiile și formalismul mecanicii cuantice, și vor fi capabili să rezolve prin metode exacte sau aproximative probleme fundamentale de mecanică cuantică. • Studenții își vor dezvolta deprinderi de utilizare a metodelor generale ale fizicii teoretice și în particular ale ecuațiilor fizicii matematice, operând cu ecuații și funcții speciale. • Studenții vor dobândi deprinderi de aplicare a metodelor mecanicii cuantice în domenii ale fizicii, chimiei sau biofizicii în care se utilizează formalismul cuantic. • Identificarea și utilizarea adecvată a principalelor legi și principii fizice într-un context dat. • Rezolvarea problemelor de fizică în condiții impuse, folosind metode numerice și statistice. • Abordarea interdisciplinară a unor teme din domeniul fizicii.
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> • Studenții vor asimila cunoștințe interdisciplinare. • Studenții vor dobândi deprinderi de lucru analitic cu formalisme teoretice complexe și de documentare individuală. • Studenții vor dobândi abilități de lucru în grup, de argumentare a unor modalități de rezolvare a problemelor și de identificare a soluțiilor optime. • Studenții își vor dezvolta spiritul de competiție și cel de echipă. • Realizarea sarcinilor profesionale în mod eficient și responsabil cu respectarea legislației deontologiei specifice domeniului sub asistență calificată. Aplicarea strategiilor de muncă eficientă și responsabilă, de punctualitate, seriozitate și răspundere personală, pe baza principiilor, normelor și a valorilor codului de etică profesională. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă. • Utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată, atât în limba română, cât și într-o limbă de circulație internațională. Documentarea în limba română și cel puțin într-o limbă străină, pentru dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă și adaptarea eficientă la noile descoperiri științifice. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare.

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> • Însușirea conceptelor, formalismului matematic și metodelor mecanicii cuantice.
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltarea deprinderilor de operare cu formalismul cuantic în rezolvarea unor probleme fundamentale ale fizicii, chimiei și biofizicii.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. ORIGINILE TEORIEI CUANTICE. Radiația corpului negru, efectul fotoelectric, efectul Compton. Spectre atomice și modelul Bohr al atomului de hidrogen. Experiența Stern-Gerlach. Ipoteza lui L. de Broglie, unde asociate particulelor.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 5-19 [2] p. 13-50 [3] p. 19-57 [4] p. 1-7, 23-33
2. FUNCȚIA DE UNDĂ. Dualismul undă-corpusul. Interpretarea	Expunere.	[1] p. 24-30

funcției de undă. Pachete de undă. Stabilirea ecuației lui Schrödinger prin corespondență. Ecuația de continuitate, conservarea probabilității.	Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[2] p. 55-75 [3] p. 59-73 [4] p. 8-22
3. ECUAȚIA LUI SCHRÖDINGER. Ecuația lui Schrödinger atemporală, stări staționare. Proprietăți generale ale funcțiilor proprii ale energiei. Valori medii. Trecerea la mecanica clasică, teorema Ehrenfest.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 30-45 [2] p. 79-118 [3] p. 73-88 [4] p. 36-45
4. SISTEME UNIDIMENSIONALE. Proprietăți generale ale mișcării unidimensionale. Mișcări infinite unidimensionale. Particula liberă. Trecerea particulei prin bariera de potențial dreptunghiulară.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 65-68 [2] p. 122-141 [3] p. 91-101, 111-124 [4] p. 53-56
5. SISTEME UNIDIMENSIONALE. Mișcări finite unidimensionale. Particula în groapa de potențial dreptunghiulară. Potențialul periodic. Groapa de potențial tridimensională. Degenerare accidentală.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 68-77 [2] p. 142-169 [3] p. 101-111 [4] p. 48-63
6. FORMALISMUL MECANICII CUANTICE. Starea unui sistem. Spațiul funcțiilor de undă. Variabile dinamice și operatori. Operatori hermitici. Distribuția rezultatelor măsurătorilor. Reprezentarea operatorilor prin matrice.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 46-55 [2] p. 173-214 [3] p. 177-221 [4] p. 65-103
7. FORMALISMUL MECANICII CUANTICE. Variabile compatibile și observabile comutative. Variabile complementare și observabile necomutative. Relațiile de nedeterminare ale lui Heisenberg.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 56-64 [2] p. 173-214 [3] p. 177-221 [4] p. 65-103
8. OSCILATORUL ARMONIC. Oscilatorul armonic liniar (metoda polinomială). Ecuația adimensională. Analiză asimptotică. Metoda dezvoltării în serie (stări pare/impare). Tăierea seriei. Nivele energetice. Polinoame Hermite. Elemente de matrice ale coordonatei.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 78-90 [2] p. 153-163 [4] p. 106-127
9. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Operatorul momentului cinetic orbital. Componente carteziene, relații de comutare. Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z .	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 91-96 [2] p. 218-246 [4] p. 130-131
10. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z . Proprietăți ale armonicilor sferice.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 97-107 [2] p. 218-246 [4] p. 132-147
11. MIȘCĂRI ÎN CÂMP CENTRAL. Problema celor două corpuri. Separarea ecuației lui Schrödinger în coordonate sferice. Ecuația radială. Comportarea soluției în vecinătatea originii.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 108-116 [2] p. 271-282 [3] p. 361-384 [4] p. 156-159
12. ATOMI HIDROGENOIZI. Interacțiunea coulombiană: atomul hidrogenoid. Metoda dezvoltării în serie. Funcții hipergeometrice confluențe și polinoame Laguerre.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbatere context interdisciplinar.	[1] p. 117-133 [2] p. 292-306 [3] p. 431-439 [4] p. 160-191
13. METODE DE APROXIMAȚIE. Teoria perturbațiilor independente de timp. Perturbația unui nivel energetic	Expunere. Ilustrare grafică.	[2] p. 313-359 [3] p. 727-755

nedegenerat. Perturbația unui nivel energetic degenerat. Metoda variațională. Teoria perturbațiilor dependente de timp.	Dezbateri context interdisciplinar.	[4] p. 239-259
14. SISTEME DE PARTICULE IDENTICE. Sisteme de bosoni, sisteme de fermioni. Operatorul de permutare. Funcții de undă simetrice și antisimetrice. Interacțiunea de schimb.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[2] p. 395-430 [3] p. 624-645 [4] p. 208-225
15. FORMULAREA GENERALĂ A MECANICII CUANTICE. Spațiul vectorilor de stare ket și bra. Oscilatorul armonic. Operatori de creare și anihilare. Teoria momentelor cinetice. Compunerea momentelor cinetice.	Expunere. Ilustrare grafică. Dezbateri context interdisciplinar.	[5], [7]
Bibliografie [1] T. A. Beu, "Quantenmechanik I", (Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca, 2000), http://www.phys.ubbcluj.ro/~titus.beu/teaching.html . [2] D. D. Fitts, "Principles of Quantum Mechanics" (Cambridge University Press, 2002). [3] P. W. Atkins, R. S. Friedman, „Molecular Quantum Mechanics” (Oxford University Press, 2003). [4] B. H. Bransden, C.J. Joachain, "Introduction to Quantum Mechanics" (Longman, Harlow, 1994). [5] A. Messiah, "Mecanică cuantică" (Editura Științifică, București, 1973). [6] C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, "Quantum Mechanics", Wiley-VCH, Berlin, 1997). [7] M. Cristea, "Mecanică cuantică" (Universitatea din Cluj-Napoca, 1985).		
8.2 Seminar	Metode de predare	Observații
1. ORIGINILE TEORIEI CUANTICE. Radiația corpului negru, efectul fotoelectric, efectul Compton. Spectre atomice și modelul Bohr al atomului de hidrogen. Experiența Stern-Gerlach. Ipoteza lui L. de Broglie, unde asociate particulelor.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p.51-54 [3] p.57-58 [4] p. 34-35
2. FUNCȚIA DE UNDĂ. Dualismul undă-corpusul. Interpretarea funcției de undă. Pachete de undă. Stabilirea ecuației lui Schrödinger prin corespondență. Ecuația de continuitate, conservarea probabilității.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 76-78 [3] p. 88-90 [4] p. 1-34
3. ECUAȚIA LUI SCHRÖDINGER. Ecuația lui Schrödinger atemporală, stări staționare. Proprietăți generale ale funcțiilor proprii ale energiei. Valori medii. Trecerea la mecanica clasică, teorema Ehrenfest.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 119-121 [3] p. 88-90 [4] p. 64
4. SISTEME UNIDIMENSIONALE. Proprietăți generale ale mișcării unidimensionale. Mișcări infinite unidimensionale. Particula liberă. Trecerea particulei prin bariera de potențial dreptunghiulară.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 170-172 [3] p. 128-129 [4] p. 64
5. SISTEME UNIDIMENSIONALE. Mișcări finite unidimensionale. Particula în groapa de potențial dreptunghiulară. Potențialul periodic. Groapa de potențial tridimensională. Degenerare accidentală.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 170-172 [3] p. 128-129 [4] p. 64.
6. FORMALISMUL MECANICII CUANTICE. Starea unui sistem. Spațiul funcțiilor de undă. Variabile dinamice și operatori. Operatori hermitici. Distribuția rezultatelor măsurătorilor. Reprezentarea operatorilor prin matrice.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 215-217 [3] p. 127-128 [4] p. 104-105
7. FORMALISMUL MECANICII CUANTICE. Variabile compatibile și observabile comutative. Variabile complementare și observabile necomutative. Relațiile de nedeterminare ale lui	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 215-217 [3] p. 127-128 [4] p. 104-105

Heisenberg.		
8. OSCILATORUL ARMONIC. Oscilatorul armonic liniar (metoda polinomială). Ecuația adimensională. Analiză asimptotică. Metoda dezvoltării în serie (stări pare/impare). Tăierea seriei. Nivele energetice. Polinoame Hermite. Elemente de matrice ale coordonatei.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 170-172 [4] p. 128-129
9. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Operatorul momentului cinetic orbital. Componente carteziene, relații de comutare. Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z .	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 268-270 [4] p. 155
10. MOMENTUL CINETIC ORBITAL. Valorile și funcțiile proprii ale lui L^2 și L_z . Proprietăți ale armonicelor sferice.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 268-270 [4] p. 155
11. MIȘCĂRI ÎN CÂMP CENTRAL. Problema celor două corpuri. Separarea ecuației lui Schrödinger în coordonate sferice. Ecuația radială. Comportarea soluției în vecinătatea originii.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 309-312 [3] p. 385-386 [4] p. 192-193
12. ATOMI HIDROGENOIZI. Interacțiunea coulombiană: atomul hidrogenoid. Metoda dezvoltării în serie. Funcții hipergeometrice confluențe și polinoame Laguerre.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 309-312 [3] p. 449 [4] p. 192-193
13. METODE DE APROXIMAȚIE. Teoria perturbațiilor independente de timp. Perturbația unui nivel energetic nedegenerat. Perturbația unui nivel energetic degenerat. Metoda variațională. Teoria perturbațiilor dependente de timp.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 360-362 [3] p. 764-765 [4] p. 260-262
14. SISTEME DE PARTICULE IDENTICE. Sisteme de bosoni, sisteme de fermioni. Operatorul de permutare. Funcții de undă simetrice și antisimetrice. Interacțiunea de schimb.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[2] p. 431-432 [3] p. 673-674 [4] p. 230-231
15. FORMULAREA GENERALĂ A MECANICII CUANTICE. Spațiul vectorilor de stare ket și bra. Oscilatorul armonic. Operatori de creare și anihilare. Teoria momentelor cinetice. Compunerea momentelor cinetice.	Rezolvare probleme frontal / subgrupe.	[5], [7]
Bibliografie		
[1] T. A. Beu, "Quantenmechanik I", (Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca, 2000), http://www.phys.ubbcluj.ro/~titus.beu/teaching.html .		
[2] D. D. Fitts, "Principles of Quantum Mechanics" (Cambridge University Press, 2002).		
[3] P. W. Atkins, R. S. Friedman, „Molecular Quantum Mechanics” (Oxford University Press, 2003).		
[4] B. H. Bransden, C.J. Joachain, "Introduction to Quantum Mechanics" (Longman, Harlow, 1994).		
[5] A. Messiah, "Mecanică cuantică" (Editura Științifică, București, 1973).		
[6] C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, "Quantum Mechanics", Wiley-VCH, Berlin, 1997).		
[7] M. Cristea, "Mecanică cuantică" (Universitatea din Cluj-Napoca, 1985).		
8.3 Laborator	Metode de predare	Observații
Bibliografie		

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Conținutul informațional și caracterul formativ al cursului sunt compatibile cu practicile din principalele universități din țară și din universități de prestigiu din străinătate.

- În vederea creșterii șansei de absorbție pe piața muncii a absolvenților (în cercetare, industrie, sau învățământ), cursul prezintă pe lângă temele fundamentale clasice și teme de actualitate, cu aplicabilitate directă.
- Pentru adaptarea la cerințele impuse de piața de muncă, conținutul disciplinei a fost armonizat cu cerințele impuse de specificul învățământului preuniversitar, al institutelor de cercetare și al mediului de afaceri

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Verificări pe parcurs (2)	Lucrare scrisă	30%
10.5 Seminar	Calitatea și numărul intervențiilor; prezență	Activitatea de seminar	25%
10.6 Laborator			
10.7 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> • Condiție de prezentare la examen: prezența la minim 75% din activitățile de seminar. • Verificări scrise pe parcurs la curs și seminar – minim media 5 • Examen final la sfârșitul semestrului cu pondere de 45%. 			

Semnătura titularului de curs
Prof. Dr. Titus Beu

Semnătura titularului de seminar
Prof. Dr. Titus Beu

Semnătura titularului de laborator

Data completării
20.02.2012

Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament